



EESTI MAAÜLIKOOL

Põllumajandus- ja keskkonnainstituut

Jaana Leis

**KÄOKEELTE SEEMNEKVALITEEDI JA
VILJUMISEDUKUSE ANALÜÜS MAJANDATUD JA
MAJANDAMATA POPULATSIOONIDES**

**SEED QUALITY AND FRUIT SET ASSESSMENT OF
PLATANThERA BIFOLIA AND *P. CHLORANTHA* IN
MANAGED AND UNMANAGED POPULATIONS**

Bakalaureusetöö

Keskkonnakaitse õppekava

Juhendaja: Marilin Mõtlep,
nooremteadur

Tartu 2018

Eesti Maaülikool Kreutzwaldi 1, Tartu 51014		Bakalaureusetöö lühikokkuvõte	
Autor: Jaana Leis		Õppekava: Keskkonnakaitse	
Pealkiri: Käokeeelte seemnekvaliteedi ja viljumisedukuse analüüs majandatud ja majandamata populatsioonides			
Lehekülgi: 37	Jooniseid: 8	Tabeleid: 5	Lisasid: 1
Osakond / Õppetool: Keskkonnakaitse ja maastikukorralduse õppetool ETIS-e teadusvaldkond ja CERC S-i kood: 1. Bio- ja keskkonnateadused; 1.4. Ökoloogia, biosüsteematika ja -füsioloogia; B270 Taimökoloogia Juhendaja(d): nooremteadur, Marilin Mõtlep Kaitsmiskoht ja -aasta: Tartu 2018			
<p>Käokeeelte populatsioonides on märgata langustrende taimede arvukuses, kuna nad on väga tundlikud kasvukohtade kinnikasvamisele. Samuti esinevad ohud selles, et nende kasvukohad hävivad maade kuivendamise, ülekarjatamise või liigse võsastumise tõttu. Ümbritseva taimestiku poolt varjatud taimed ei saa piisavalt valgust ja selle tõttu ei pruugi neil olla võimalik piisavalt ressursse suunata seemneproduksiooni. Lisaks on taimed tõenäoliselt raskemini märgatavad tolmeldajatele, kellest seemnete tootmine oleneb.</p> <p>Töö eesmärk oli välja selgitada, kas ja kuidas erineb kahelehelise ja roheka käokeeelte seemnekvaliteet ja viljumine majandatud ja majandamata populatsioonides.</p> <p>2017. aasta suvel külastati üle Eesti erinevaid käokeeelte populatsioone. Kokku külastati 17 populatsiooni, seitse neist olid ainult roheka käokeeelte ja seitse kahelehelise käokeeelte populatsiooni, lisaks kolm segapopulatsiooni. Mõlema taimeliigi kohta viis majandatud ja viis majandamata populatsiooni. Andmed populatsioonide kohta saadi varasemate välitööde põhjal ja EELISE andmebaasist.</p> <p>Majandamise ja mittemajandamise korral selgus, et <i>P. chlorantha</i> puhul oli embrüotega seemneid rohkem majandamata populatsioonides, <i>P. bifolia</i> puhul sellist erinevust ei ilmnenud. Seemnete kaalus ja kupra kaalus ning viljumisedukuses ei esinenud kummalgi liigil olulist erinevust majandatud ja majandamata kooslustes.</p> <p>Testiti ka seda, kas taimede nähtavalolek tolmeldajate jaoks mõjutab seemnekvaliteeti ja viljumisedukust. Kupra kaalus esines oluline erinevus <i>P. chlorantha</i> puhul, kupra kaal oli suurem ümbritseva taimestiku poolt varjatud taimedel. Viljumisedukuses esines oluline</p>			

erinevus vaid *P. bifolia* puhul, nähtaval taimede viljumisedukus oli suurem. Seemnete kaalu ja embrüotega seemnete osakaalus erinevusi ei ilmnenu kummagi taimeliigi puhul.

Saadud tulemused erinesid taimeliikide puhul ning seetõttu tuleb vaadelda neid liikide kaupa. *P. chlorantha* oli suurem embrüote osakaal majandamata kooslustes, kuid teised kvaliteedinäitajad mitte, vähemalt mitte käesolevas töös. *P. bifolia* taimede puhul ei selgunud majandamise kontekstis, kus suurem hulk seemneid toodetakse. *P. chlorantha* kupra kaalude puhul selgus, et varjatud taimedel on see suurem.

Võttes arvesse saadud tulemusi, tuleks *Platanthera* populatsioonide puhul tuleks teostada niitmisi ja karjatamist harvemalt, et tolmeldajatel sobivamad elutingimused oleks, lähtudes sellest, et *P. chlorantha* embrüote osakaal oli suurem majandamata populatsioonides, seda tõenäoliselt suurema tolmeldajate arvukuse tõttu. Samas on majandamine siiski vajalik, arvestades *P. bifolia* puhul nähtaval olevate taimede suuremat viljumisedukust. Lisaks saaks ka täpsemalt uurida seemnekvaliteeti, teostades idanemiskatseid *Platanthera* majandatud ja majandamata populatsioonides.

Märksõnad: *Platanthera bifolia*, *Platanthera chlorantha*, seemnekvaliteet, viljumisedukus, majandamine

Estonian University of Life Sciences Kreutzwaldi 1, Tartu 51014		Abstract of Bachelor's Thesis	
Author: Jaana Leis		Curriculum: Environmental protection	
Title: Seed quality and fruit set assessment of <i>Platanthera bifolia</i> and <i>P. chlorantha</i> in managed and unmanaged populations			
Pages: 37	Figures: 8	Tables: 5	Appendixes: 1
Department / Chair: Chair of Environmental Protection and Landscape Management Field of research and (CERC S) code: 1. Bio-and environmental sciences; 1.4. Ecology, biosystematics and physiology; B270 Plant Ecology Supervisors: junior researcher, Marilin Mõtlep Place and date: Tartu 2018			
<p>In the <i>Platanthera</i> populations, there is a perceptible decline in the number of plants, as they are very sensitive to the grow over of habitats. There is also a danger that their habitats will be destroyed due to land drainage, overgrazing or excessive growth of underwood. Plants concealed by the surrounding vegetation will not receive enough light and therefore may not be able to direct enough resources to seed production. In addition, plants are likely to be more difficult to detect for pollinators, of which seed production depends.</p> <p>The aim of the work was to find out if and how the seed quality and fruit set of <i>P. bifolia</i> and <i>P. chlorantha</i> differ in both managed and unmanaged populations.</p> <p>In the summer of 2017, different Estonian <i>Platanthera</i> populations were visited. A total of 17 populations were visited, seven of which were pure <i>P. chlorantha</i> and seven pure <i>P. bifolia</i> populations, plus three mixed populations. For both plant species, five managed and five unmanaged populations. Data on populations were obtained from earlier fieldwork and from the EELIS database.</p> <p>In the case of management and lack of management, <i>P. chlorantha</i> showed that there were more seeds with embryos in unmanaged populations, but no such difference was observed in <i>P. bifolia</i>. Seed weight and fruit weight and fruit set did not differ significantly between species in managed and unmanaged populations.</p> <p>It was also tested whether plant visibility for pollinators affected seed quality and fruit set. There was a significant difference in the fruit weight of <i>P. chlorantha</i>, it was higher in plants that were concealed by surrounding vegetation. In fruit set, there was a significant difference in <i>P. bifolia</i> alone, and fruit set was higher in plants that were visible.</p>			

Differences in seed weight and proportion of seeds with embryos did not occur for either species.

The results differed from plant species and therefore need to be looked at by species. *P. chlorantha* had a higher percentage of embryos in unmanaged habitats, but other quality indicators were not, at least not in this work. In the case of *P. bifolia* plants, it was not clear in the context of management, where a larger number of seeds are produced. In the case of *P. chlorantha* fruit set weight, it turned out to be higher in concealed plants.

Taking into account the results obtained, *Platanthera* populations should be mowed and grazing less frequently so that pollinators have more suitable living conditions based on the fact that the percentage of *P. chlorantha* embryos was higher in unmanaged populations, probably due to the large number of pollinators. However, management is still necessary in view of the greater fertility of the *P. bifolia* plants that are visible. In addition, seed quality could be further investigated by carrying out germination experiments in *Platanthera* managed and unmanaged populations.

Keywords: *Platanthera bifolia*, *Platanthera chlorantha*, seed quality, fruit set, management

SISUKORD

SISSEJUHATUS	7
1. TEOREETILINE ÜLEVAADE	9
1.1 Liikide kirjeldus	9
1.1.1. Kahelehine käokeel (<i>Platanthera bifolia</i> L. Rich)	9
1.1.2. Rohekas käokeel (<i>Platanthera chlorantha</i> (Custer) Rchb.)	10
1.2 Orhideede elutsükel	11
1.2.1 Tolmeldajad	12
1.3 SEEMNEKVALITEEDI JA VILJUMISEDUKUSE HINDAMINE	13
2. MATERJAL JA METOODIKA	15
3. TULEMUSED	18
3.1 Seemnete kaalu ja kupra kaalu vaheline seos	18
3.2 Seemnete kaalu seos majandamise ja mittemajandamisega ning taimede nähtavalolekuga	19
3.3 Kupra kaalu seos majandamise ja mittemajandamisega ning taimede nähtavalolekuga	20
3.4 Embrüotega seemnete osakaalu seos majandamise ja mittemajandamisega ning taimede nähtavalolekuga	21
3.5 Viljumisedukuse seos majandamise ja mittemajandamisega ning taimede nähtavalolekuga	22
4. ARUTELU	23
KOKKUVÕTE	25
KASUTATUD KIRJANDUS	27
LISAD	29
Lisa 1. Orhideeseemnete kvaliteedi hindamise laboritöö	30

SISSEJUHATUS

Käpaliste dekoratiivsus ja emotsionaalne köitvus, aga ka samuti omapärane eluviis, on looduseuurijaid juba sajandeid ajendanud koguma andmeid nende leviku, ehituse ja tolmlamise iseärasuste kohta. Euroopas märgati ammu, et käpaliste arvukus järjest väheneb, mistõttu need taimed sattusid ka looduskaitse seisukohast erilise huvi alla (Kull & Tuulik, 2002).

Käpalised on suures vastasmõjus teiste liigirühmadega, toitaineid hangivad mükoriisaseente abil ja tolmlamine toimub peamiselt putukatega (Kull & Tuulik, 2002). Käpaliste ja tolmeldajate kooseksisteerimine ja mutualism määravad nende ruumilise jaotuse maastikus (Boberg, 2010). Maastikud aga on pidevas muutumises ja tänu inimõjule on paljud kasvukohad käpaliste jaoks ebasobivaks muutunud. Maade kuivendamine, metsatööd, poollooduslike koosluste hävimine võsastumise tõttu on peamised ohud käpaliste populatsioonide püsijäämisele (Kull & Tuulik, 2002).

Poollooduslikeks kooslusteks ehk pärandkooslusteks nimetatakse loodusliku elustikuga kooslusi, mida on kestvalt niidetud või karjatatud. Nendeks on puisniidud, loopealsed, ranna-, lammi-, aru- ja soostunud niidud, puiskarjamaad ning nõmmed (Talvi & Talvi, 2012).

Käokeel ehk *Platanthera* on käpaliste sugukonda kuuluv perekond. Eestis leidub kahte liiki käokeeli: kahelehtine käokeel ja rohekas käokeel (Kuusk, 1984). Mõlemad liigid on üksteisele väga sarnased, põhiliseks tunnuseks, millega neid eristada, on polliiniumide ehk õietolmupakikeste asend õies. Mõlemad käokeele liigid kuuluvad Eestis III kategooria kaitsealuste liikide hulka (Kull & Tuulik, 2002).

Käokeeli võib tihti leida poollooduslikes kooslustes kasvamas, kuid nende arvukuses on märgata langustrende, peamiselt seetõttu, et nende kasvukohad hävivad, kas ülemajandamise pärast – ülekarjatamine, üleniitmine – või kui majandamine kasvukohas lõppeb. Käokeeled on kasvukohtade kinnikasvamise osas väga tundlikud, kuna ei suuda kõrgemakasvuliste taimeliikidega konkureerida. Ümbritseva taimestiku poolt varjatud taimed ei saa piisavalt valgust ja selle tõttu ei ole neil võimalik piisavalt ressursse suunata seemneproduksiooni. Lisaks ei paista nad tolmeldajatele silma, kellest seemnete tootmine oleneb (Nilsson, 1978).

Töö eesmärk oli välja selgitada, kas ja kuidas erineb kahelehise ja roheka käokeele seemnekvaliteet ja viljumine majandatud ja majandamata populatsioonides. Lisaks sooviti välja selgitada tõhusamat meetodit seemnekvaliteedi määramiseks.

Uurimisküsimused:

- Kas käokeelte majandatud populatsioonides on seemnekvaliteet kõrgem kui majandamata populatsioonides?
- Kas ümbritseva taimestiku poolt varjatud taimede viljumisedukus on väiksem kui nähtaval olevatel taimedel?
- Kas seemnete kaalu ja kupra kaalu vahel esineb seos?

Hüpoteesid:

- Seemnekvaliteet on kõrgem ja viljumine suurem majandatud populatsioonides
- Ümbritseva taimestiku poolt varjatud taimede seemnekvaliteet on madalam ja viljumisedukus väiksem kui nähtaval olevatel taimedel

Lõputöö autor soovib tänada oma juhendajat, nooremteadur Marilin Mõtlepa, mõistva ja sõbraliku suhtumise eest ning kes aitas teema valida ning suunas ja juhendas, kui ise enam ei osanud.

1. TEOREETILINE ÜLEVAADE

1.1 Liikide kirjeldus

Käpaliste ehk orhideeliste sugukond (*Orchidaceae*) on üks suuremaid õistaimede sugukondi maailmas (Kull & Tuulik, 2002). Maailmas arvatakse olevat kuni 35 000 loodusliku orhidee liiki. Enamik orhideesid kasvab troopilistes vihmametsades ja sooja kliimaga parasvööndis (Pikner, 2013). Euroopas kasvab käpalisi üle 100 liigi. Eesti looduses esineb 36 liiki käpalisi. Eriti rikkalikult on orhideesid Lääne-Eestis ja saartel (Kull & Tuulik, 2002).

Hävimisohu tõttu on orhideed enamikus Euroopa riikides, sealhulgas Eestis, kaitse alla võetud. 2010. aastal moodustati Eestis esimesed orhideede püsielupaigad, mis peaks aitama vältida ohustatud liikide väljasuremist. Selleks, et ühe orhideetaime tuhandetest tolmpseentest seemnetest kasvaks kas või üks õitsev orhidee, on vaja keerulist looduskooslust, mille osadeks on konkreetsele orhideeliigile sobiva koostisega (happeline või aluseline) pinnas, vajalikud niiskus- ja valgustingimused, sobiv seemneniidistik pinnases, vastavale liigile omane tolmeldajaputukas, viimasele vajalik toidulaud, kahjurite puudumine ja kindlasti veel mõni nähtamatu tingimus (Pikner, 2013).

Käokeeelte (*Platanthera*) perekonda kuulub 138 liiki. Euroopas leidub viis liiki ning Eestis omakorda kaks liiki käokeeli. Käokeeled on mitmeaastased maismaaorhideed (Kurbel & Hirse, 2017). Eestis leiduvad käokeeled kuuluvad III kaitsekategooria kaitstavate liikide hulka.

1.1.1. Kahelehine käokeel (*Platanthera bifolia* L. Rich)

Kahelehine käokeel on rahvasuus tuntud kui ööviil (Joonis 1). Kahelehised käokeeled õitsevad juuni lõpust juuli keskpaigani, lõhn on neil intensiivne just pimeduse saabudes. Kasvavad nad nii niitudel, puisniitudel, soodes, kraavikallastel, kui ka metsades. Liiki võib leida kasvamas peaaegu üle kogu Eesti, sagedamini läänepoolsetel aladel (Schmeidt, 1996).

Kahelehelise käokeele kõrgus on 32-63 cm, lehed koonduvad varre alumisse ossa, lehti on kaks, elliptilised või äraspidi-munajaselliptilised, ahenevad alusel aegamööda kuni 7 cm pikkuseks kitsamaks rootsutaoliseks osaks ja on läikivad. Õisik on hõre kuni 30 valge lõhnava õiega. Õisiku pikkus on 7-19 cm. Kannus on niitjas, roheka aheneva tipuga. Õietolm on kleepunud pakikesteks ehk polliiniumideks, mis asetsevad paralleelselt (Krall, et al., 2007; Kurbel & Hirse, 2017).



Joonis 1. Kaheleheline käokeel. Allikas: Eesti orhideekaitse klubi

Nektar asub kannustes ja tolmeldajaks on pikema imilondiga ööliblikad (surud, öölased). Kahelehisel käokeelel esineb ka hübriid roheka käokeelega (*P.x hybrida*) (Kurbel & Hirse, 2017).

1.1.2. Rohekas käokeel (*Platanthera chlorantha* (Custer) Rchb.)

Rohekas käokeel on Lääne-Eesti kuivade looniitide ja- karjamaade taim. Sagedamini kohtab teda läänesaartel ja mandri lääneosas. Taim on lubjalembene ja kasvab peamiselt loopealsetel, hõredates lookadastikes ja loometsades. Samas võib liiki kohata ka mitmetes

teistes kasvukohtades, kui muld on piisavalt lubjarikas (Schmeidt, 1996; Kull & Tuulik, 2002).

Välimuselt on rohekas käokeel sarnane kahelehelisele käokeelele (Joonis 2). Taime kõrgus on 29-61 cm. Õied on valged ja õisiku pikkus on 8-24 cm. Lehed on elliptilised, suurte varrelehtede ahenenud rootsutaoline osa on lühem kui 4 cm. Kannus on peenike, kuid mitte niitjas ning tipust veidi jämedam. Polliniumid on alt laialihoidvad (Kurbel & Hirse, 2017; Krall, et al., 2007).



Joonis 2. Rohekas käokeel. Allikas: Eesti orhideekaitse klubi

1.2 Orhideede elutsükkel

Käokeeled on mitmeaastased rohttaimed, mis paljunevad peamiselt seemnetega, harvemalt ka vegetatiivselt. Viljastatud õies ehk kupras arenevad seemned, vili avaneb kolme külglõhega ja tuul kannab tolmpeneid seemned laiali, mõnikord sadade kilomeetrite kaugusele. Käokeelte seemneproduksioon on väga suur ja ühe taime seemnetoodang võib ulatuda miljonitesse (Kull & Tuulik, 2002).

Kuna orhideeseemnetel puudub toitekude, vajavad nad arenguks kindla mikroskoopilise kaasorganismi, sümbiontseene, olemasolu mullas. Seene ülesanne on lagundada orgaanilist ainet, et see oleks taimale kättesaadav. Taime kasvamiseks ja õitsemise alguseni kulub mitmeid aastaid. Õitsemise ajaks kujuneb juurealgsest täiskasvanud mugul, mis on käokeeelte puhul lõhestumata (Schmeidt, 1996).

Noor taim on ülitundlik ebasoodsatele keskkonnatingimustele (põuad, liigniiskus), mis võivad viia taime hukkumiseni, samuti raskendavad ellujäämist erinevate kahjurite rohkus, tolmeldajate vähesus ning kasvukoha hävitamine (Kull & Tuulik, 2002).

1.2.1 Tolmeldajad

Käokeeled on putuktolmlejad, putukaid meelitab õitele nende värvus ja lõhn. Tolmeldava putukaliigi olemasolu ja hea käekäik on iga orhideepopulatsiooni püsimise üks kindlaid eeldusi (Kull & Tuulik, 2002). Kui õite tolmeldamist ei toimuks, siis ei tekiks taimele ka viljasid (Nilsson, 1983). Darwin (1877) kirjeldas oma uurimuses, kui tähtsad on taime välised tunnused nagu värvus, lõhn, nektar ja polliiniumide asetus, et putukad saaksid neid edukalt tolmeldada.

Käokeeli tolmeldavad neile spetsialiseerunud öise eluviisiga hämarikuliblikad. Kahelehise käokeele tolmeldajateks on enamasti surulased, keda meelitab ligi õite valge värvus ja rohekal käokeelel enamasti öölased, keda meelitab ligi õite roheline ja rohekas-valge toon. (Nilsson, 1983; Hapeman & Inoue, 1997). Nilsson (1983) on välja toonud ka selle, et käokeeltel on mitmed hämarikuliblikad samadeks tolmeldajateks ning seda soodustab mõlema liigi üsna samaaegne õitsemine. Samuti varasemas töös (1978) on ta välja toonud, et tolmeldajad hakkavad tegustema õhtuhämaruses – umbes kell üheksa õhtul – ning saavutavad haripunkti järgneva kahe tunni jooksul. Seda seletab ilmselt see, et nii *P. chlorantha* kui ka *P. bifolia* taimede lõhn on just tugevaim õhtuti.

Taim kasvatab omale kaks ovaalset lehte, mis asuvad ora taolise õisiku põhjas. Iga õisik koosneb 10-20 õiest, mis avanevad järjestikuliselt. Kõik õied avanevad paari päeva jooksul ja jäävad avatuks peamiselt kogu õitsemisperioodi. Nektar eritub ühetsulaarsete karvakeste kaudu, millega on kaetud kannuse siseseinad (Stpiczyńska, 1997).

Kui tolmeldaja sisestab oma londi kannusesse, et nektarit kätte saada, puudutab see polliiniumi kleepketast ja polliiniumid eemaldatakse, kui tolmeldaja eemaldub õiest (Darwin, 1862). Kui tolmeldaja, kes kannab endaga õietolmu, külastab õit, kinnituvad õietolmu terad emakasuudme kleepuva pinna külge (Nilsson, 1983).

Tolmeldatud õied närbuvad mõne päeva möödudes, kuid sisaldavad endiselt nektarit, et täiendavalt tolmeldajaid ligi meelitada. Õisiku ülemiste õite eluiga ja nektari eritusperiood on lühem, kui all pool asetsevate õite eluiga (Stpiczyńska, 2003).

Kuna käokeeled ei ole võimelised ise tolmlема ja ilma tolmeldamiseta viljuma, siis on putukad eduka viljumise jaoks väga olulised, kuigi ka putuktolmlemise puhul ei moodustu kõikidest õitest vilju, sest putukad ei külasta kõiki õisi ja nendest jäävad viljad moodustumata (Nilsson, 1978).

1.3 SEEMNEKVALITEEDI JA VILJUMISEDUKUSE HINDAMINE

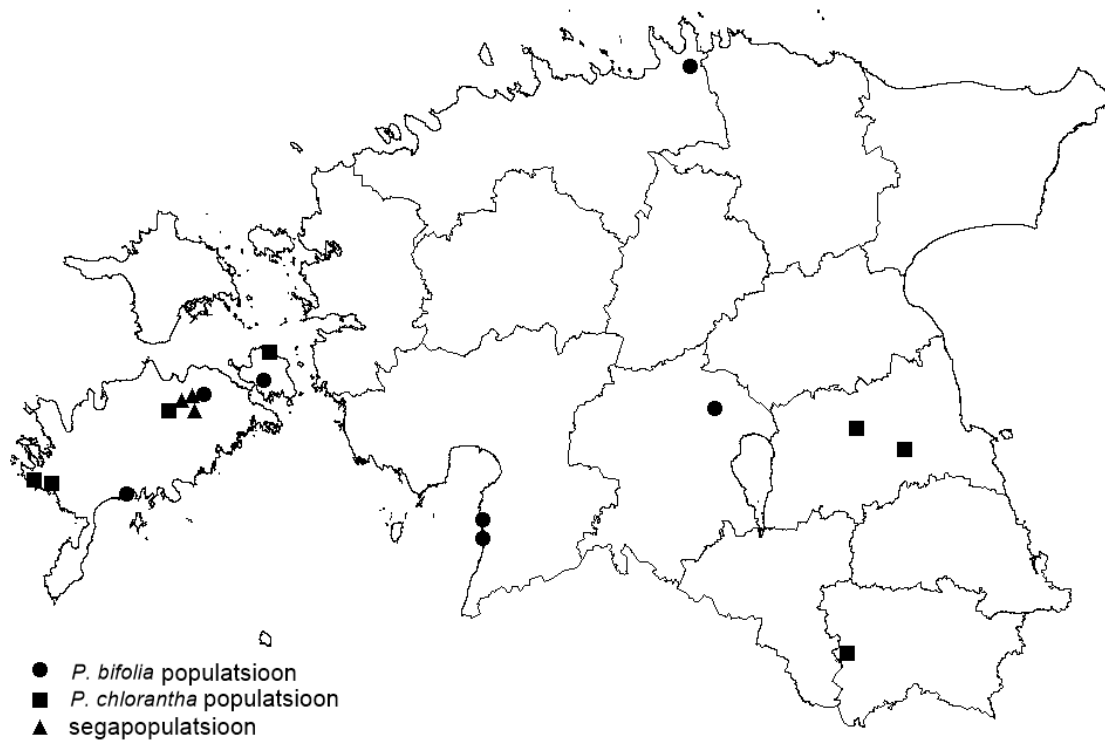
Seemnekvaliteedi ja viljumisedukuse hindamine on käpaliste kohasuse hindamiseks üldtuntud võte ja selleks on erinevaid meetodeid. Kupra olemasolu on üks näitaja, mida kasutatakse, see annab meile teadmise, et viljumine on toimunud, kuid see ei anna teada, kas seemnete kvaliteet on kupras hea. Seemnekvaliteedi hindamiseks on omad meetodid. Kasutatakse kupra mõõtmeid/kaalu, seemnete arvu või embrüotega seemnete osakaalu (Metsare, Ilves, Haldna, Kull, & Tali, 2015).

Embrüote osakaalu määramiseks vaadeldakse seemneid mikroskoobi all ja tehakse kindlaks, kas seemnel on embrüo või mitte. Vallius *et al.* (2008) on töös välja toonud, et määrati rohkem kui saja seemne embrüod ning embrüoteks loeti, kui seemnes oli normaalsuuruses tumepruun embrüo või kui embrüo laius oli 2/3 kogu seemne laius. Embrüote osakaalu on kasutatud ka Johnsoni *et al.* (2009) töös, kus ta uuris seoseid taimede isetolmlemise ja risttolmlemise vahel. Sun *et al.* (2015) kasutas embrüote osakaalu, selleks, et hinnata seemne elujõulisust. Wallace (2003) hindas oma töös seemne elujõulisust, et hinnata lähiristumissurutist reproduktiivsuse edukuse määramisel.

Kupra kaalu on kasutatud seemnete olemasolu hindamiseks, embrüote osakaalu on kasutatud taimede tolmeldamise järgseks hindamiseks (Vallius, Salonen, & Kull, 2008; Sun, Schlüter, Gross, & Schiestl, 2015; Wallace, 2003).

2. MATERJAL JA METOODIKA

2017. aasta suvel külastati üle Eesti erinevaid käokeelte populatsioone (Joonis 3). Kokku külastati 17 populatsiooni, seitse neist olid ainult roheka käokeele ja seitse kahelehelise käokeele populatsiooni, lisaks kolm segapopulatsiooni, kus liigid koos kasvasid. Mõlema taimeliigi kohta viis majandatud ja viis majandamata populatsiooni (Tabel 1).



Joonis 3. Uurimisalused käokeelte populatsioonid Eesti kaardil

Tabel 1. Uurimisaluste käoheelte populatsioonid ja majandamisviisid

POPULATSIOON	TAIMELIIK	MAJANDAMISVIIS
Piirumi	<i>P. bifolia</i>	karjatamine
Loode-Tammiku	<i>P. bifolia</i>	karjatamine
Rannametsa	<i>P. bifolia</i>	karjatamine
Ridasi	<i>P. bifolia</i>	niitmine
Kotka	<i>P. bifolia</i>	majandamata
Parika	<i>P. bifolia</i>	majandamata
Väike-Pahila	<i>P. bifolia</i>	majandamata
Vorbuse	<i>P. chloantha</i>	niitmine
Karala	<i>P. chloantha</i>	niitmine
Kaagvere	<i>P. chloantha</i>	niitmine
Peedu	<i>P. chloantha</i>	karjatamine
Pilguse	<i>P. chloantha</i>	majandamata
Tutku	<i>P. chloantha</i>	majandamata
Küünimetsa	<i>P. chloantha</i>	majandamata
Ratla	<i>P. bifolia</i>	karjatamine
	<i>P. chloantha</i>	
Pärsama	<i>P. bifolia</i>	majandamata
	<i>P. chloantha</i>	
Nihatu	<i>P. bifolia</i>	majandamata
	<i>P. chloantha</i>	

Andmed populatsioonide paiknemise kohta saadi varasemate välitööde põhjal ja EELISE andmebaasist. Igas populatsioonis loeti 15 taime õied ja viljad viljumisedukuse määramiseks ning samadelt taimedelt korjati vili õisiku alumisest osast (väiksemates populatsioonides kuni kolm vilja taime kohta). Välitöid teostasid Marilin Mõtlep, Kadri Tali ja Tiiu Kull.

Suvel kogutud käoheelte viljad töödeldi edasi laboris. Õiest ja kandlehest puhastatud kupar kaaluti petri tassil, seejärel avati ja tehti kupar mikroskoobi all pintseti ja nõela abil seemnetest puhtaks. Seemned kaaluti petri tassil. Peale kaalumist loendati mikroskoobi all 200-250 seemet ja tehti kindlaks, kas neil seemnetel on embrüo või mitte (Joonis 4). Antud andmetest sai koostatud Exceli tabel, mis on välja toodud lisades (Lisa 1). Laboratoorseid töid teostas töö autor.



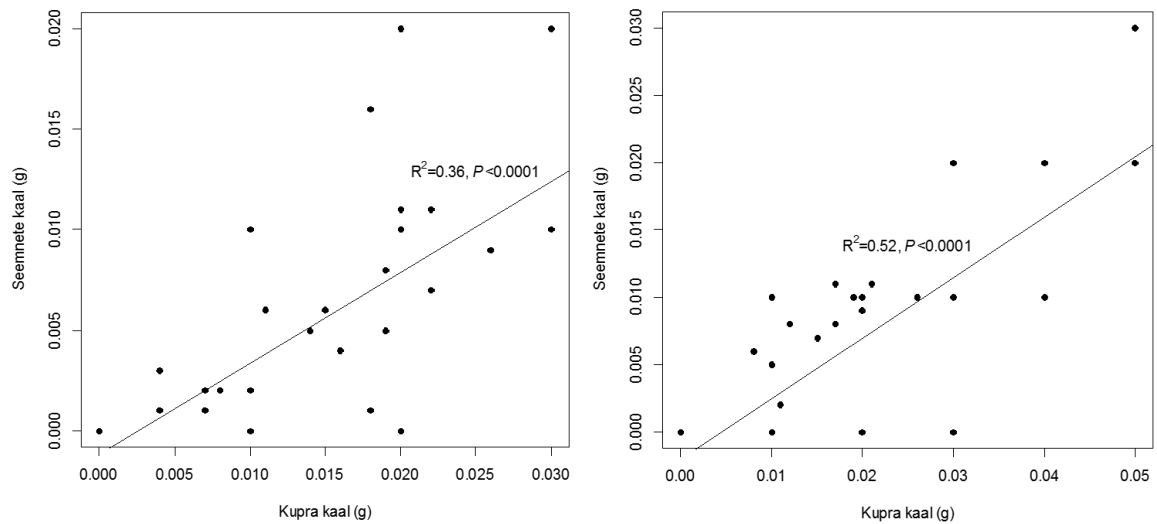
Joonis 4. Käoelte puhastatud seemned. Noolega on tähistatud embrüoga seemned, ülejäänud seemned ei ole idanemisvõimelised

Andmeanalüüs teostati programmiga R package ver. 3.4.4 (2018-03-15). Uurimisaluseid taimeliike testiti eraldi. Kõigepealt testiti seemnete kaalu ja kupra kaalu vahelist seost korrelatsioonitesti abil. Normaaljaotust testiti Shapiro-Wilki testi abil. Seemnete kaalu ja kupra kaalu andmed ei vastanud normaaljaotusele, seega testiti erinevusi majandatud ja majandamata kooslustes ning nähtavalolevatel ja varjatud taimedel mitteparametrilise Mann-Whitney U testi abil. Kuna embrüote osakaal ja viljumisedukus on proportsionaalsed andmed ja ei vastanud normaaljaotusele, siis Warton & Hui (2011) kohaselt kasutati logit transformatsiooni: $\log(y/[1-y])$. Antud transformatsiooniga saavutati embrüote osakaalu puhul normaaljaotus, seega kasutati t-testi majandatud ja majandamata koosluste ning nähtavalolevate ja varjatud taimede erisuste väljaselgitamiseks. Viljumisedukuse puhul aga normaaljaotust ei saavutatud ja kasutati Mann-Whitney U testi.

3. TULEMUSED

3.1 Seemnete kaalu ja kupra kaalu vaheline seos

Kogutud andmete põhjal selgus, et *P. bifolia* puhul esines seemnete kaalu ja kupra kaalu vahel keskmise tugevusega seos ($r=0.60$ ja $P<0.0001$), *P. chlorantha* puhul oli seos tugev ($r=0.72$ ja $P<0.0001$) (Joonis 5).



Joonis 5. Seemnete kaalu ja kupra kaalu vahelised korrelatsioonid. Vasakul *P. bifolia* ja paremal *P. chlorantha*

3.2 Seemnete kaalu seos majandamise ja mittemajandamisega ning taimede nähtavalolekuga

P. bifolia ja *P. chlorantha* majandatud ja majandamata populatsioonide võrdlemisel selgus, et statistiliselt olulised erinevused seemnete kaalus puudusid.

Kummagi taimeliigi puhul ei ilmnenud erinevused varjatud ja nähtaval olevate taimede seemnete kaaludes, kuigi *P. bifolia* puhul oli tegemist statistiliselt piiripealse olulisusega tulemusega ($P=0.055$) (Tabel 2).

Tabel 2. Seemnete kaalu keskmine majandatud ja majandamata kooslustes ning varjatud ja nähtaval olevatel taimedel

Liik	Seemnete kaalu keskmine (g) \pm standardviga			
	Majandatud	Majandamata	Varjatud taimed	Nähtaval taimed
<i>P. bifolia</i>	0.0052 \pm 0.0008	0.0054 \pm 0.0006	0.0038 \pm 0.0010	0.0058 \pm 0.0006
<i>P. chlorantha</i>	0.0046 \pm 0.0007	0.0059 \pm 0.0007	0.0058 \pm 0.0008	0.0047 \pm 0.0006

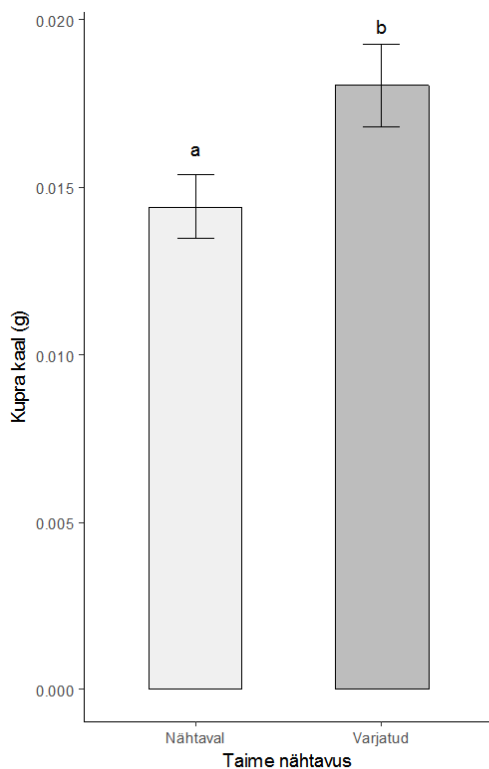
3.3 Kupra kaalu seos majandamise ja mittemajandamisega ning taimede nähtavalolekuga

Kasvukohtade majandamise ja mittemajandamise korral nii *P. bifolia* kui ka *P. chlorantha* puhul kupra kaalude erinevus välja ei tulnud. Varjutamise puhul ilmnes aga liigiti kupra kaalus väike erinevus (Tabel 3). *P. chlorantha* puhul oli tegemist statistiliselt olulise erinevusega ($P=0.047$), kupra kaal oli suurem varjatud taimedel (Joonis 6).

Tabel 3. Kupra kaalu keskmine majandatud, majandamata ning varjatud ja nähtaval olevatel taimedel

Liik	Kupra kaalu keskmine (g) \pm standardviga			
	Majandatud	Majandamata	Varjatud taimed	Nähtaval taimed
<i>P. bifolia</i>	0.0156 \pm 0.0011	0.0136 \pm 0.0007	0.0131 \pm 0.0013	0.0146 \pm 0.0007
<i>P. chlorantha</i>	0.0153 \pm 0.0009	0.0170 \pm 0.0013	0.0180 \pm 0.0012*	0.0144 \pm 0.0009

* $P=0.047$



Joonis 6. Kupra kaalu ja taime nähtavuse vaheline seos *P. chlorantha* puhul. Joonisele on märgitud erinevused (a ja b) ja standardvead

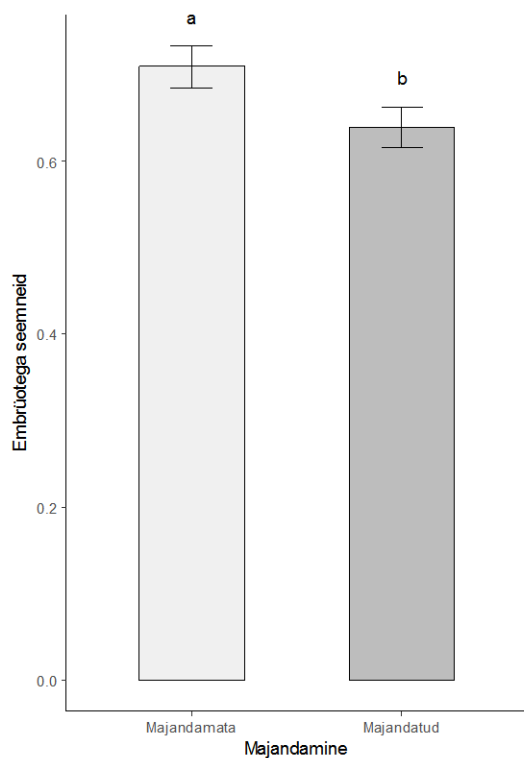
3.4 Embrüotega seemnete osakaalu seos majandamise ja mitemajandamisega ning taimede nähtavalolekuga

Majandamise korral tuli embrüotega seemnete osakaalus erinevus välja *P. chlorantha* puhul ($P=0.03$), embrüotega seemneid esines rohkem majandamata kui majandatavas kasvukohas (Joonis 7). Taimede nähtavaloleku puhul aga ei esinenud olulist erinevust embrüote osakaalus kummalgi liigil (Tabel 4).

Tabel 4. Embrüotega seemnete osakaal majandatud, majandamata ning varjatud ja nähtaval olevatel taimedel

Liik	Embrüotega seemnete osakaal (%) \pm standardviga			
	Majandatud	Majandamata	Varjatud taimed	Nähtaval taimed
<i>P. bifolia</i>	0.67 \pm 0.03	0.69 \pm 0.02	0.71 \pm 0.04	0.67 \pm 0.02
<i>P. chlorantha</i>	0.64 \pm 0.02	0.71 \pm 0.02*	0.68 \pm 0.02	0.67 \pm 0.02

* $P=0.03$



Joonis 7. Embrüotega seemnete osakaalu ja majandamise vaheline seos *P. chlorantha* puhul. Joonisele on märgitud erinevused (a ja b) ja standardvead

3.5 Viljumisedukuse seos majandamise ja mittemajandamisega ning taimede nähtavalolekuga

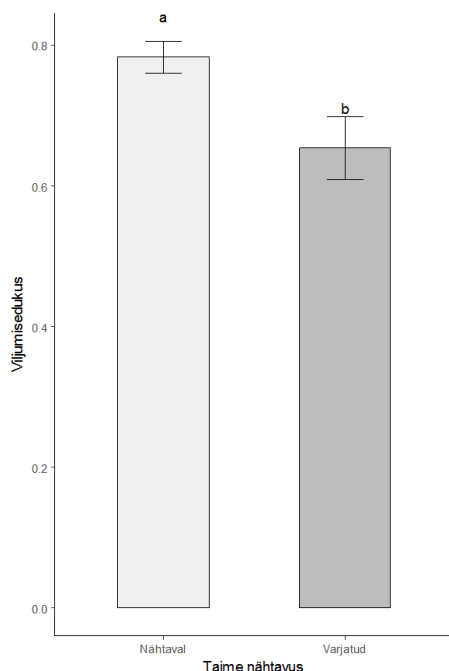
Kummagi taimeliigi puhul ei ilmnunud erinevused majandatud ja majandamata populatsioonide viljumisedukuses, kuigi *P. bifolia* puhul oli tegemist statistiliselt piiripealse olulisusega tulemusega ($P=0.06$) (Tabel 5).

Taimede nähtavaloleku osas selgus, et *P. bifolia* puhul esines oluline erinevus ($P=0.003$), nähtaval olevate taimede viljumisedukus oli suurem (Joonis 8). *P. chlorantha* puhul olulisi erinevusi välja ei tulnud.

Tabel 5. Viljumisedukuse keskmised majandatud, majandamata ning varjatud ja nähtaval olevatel taimedel

Liik	Viljumisedukuse keskmine (%) \pm standardhälve			
	Majandatud	Majandamata	Varjatud taimed	Nähtaval taimed
<i>P. bifolia</i>	0.69 \pm 0.05	0.78 \pm 0.02	0.65 \pm 0.05	0.78 \pm 0.02*
<i>P. chlorantha</i>	0.64 \pm 0.03	0.67 \pm 0.04	0.62 \pm 0.04	0.68 \pm 0.03

* $P=0.003$



Joonis 8. Viljumisedukuse ja taim nähtavuse vaheline seos *P. bifolia* puhul. Joonisele on märgitud erinevused (a ja b) ja standardvead

4. ARUTELU

Seemnete kaalu ja kupra kaalu vahel esines mõlemal liigil seos. Sellest võib järeldada, et kupra kaal oleneb sellest, kui palju seemned antud kupras kaaluvad, ja kaalumise abil seemnekvaliteedi määramiseks piisab kupra kaalumisest.

Tulemustes selgus, et seemnete ja kupra kaaludes ei esinenud *P. bifolia* ega *P. chlorantha* puhul olulist erinevust majandatud ja majandamata kasvukohtades. Kuigi kaalude puhul esineb väga väike erinevus, kus majandatud kasvukohas kasvavatel taimedel on seemnete kaal mõlema liigi puhul väiksem, kui majandamata kasvukohal, ei olnud seos statistiliselt oluline. Kupra kaalu puhul aga tekkis *P. bifolia* puhul antud kontekstis väike erinevus, nimelt oli kupra kaalus näha hoopis vastupidist olukorda, kus majandamise korral oli kupra kaal veidi suurem kui mittemajandamisel, taaskord ei olnud seos statistiliselt oluline. Antud kontekstis võis olla tegemist olukorraga, kus *P. bifolia* taimede kasvukoht oli soosivam ja taim sai suunata energiat kasvamisele, mitte konkureerimisele. Maad *et al.* (2004) on oma töös välja toonud, et see on loomulik, kui näiteks kupra kaalude puhul esineb populatsioonide vaheline kõikumine.

Embrüotega seemnete osakaalus ja viljumisedukuse korral esines erinevusi selles, kas on tegemist majandatud või majandamata kasvukohaga. Embrüotega seemnete osakaalu korral selgus, et *P. chlorantha* puhul oli embrüotega seemneid rohkem majandamata kui majandatavas kasvukohas. Pöyry *et al.* (2004) uurimuses selgus, et tolmeldajad eelistavad vanu karjamaid, millega saaks seletada ka antud tulemust, et embrüotega seemneid oli rohkem majandamata kasvukohas, kuna seal võib tõenäoliselt rohkem tolmeldajaid olla. Sarnane tulemus selgus ka Littlewoodi (2008) uurimuses, kus katsetuste tulemusel esines rohkem tolmeldajaid kas majandamata või vähemajandatud kooslustes ning kõige vähem tolmeldajaid oli tugevalt majandatud koosluses. Metsare *et al.* (2015) täheldasid oma töös, et *P. chlorantha* puhul tolmeldatud taimede puhul esineb väiksem arv seemneid ja embrüoteta seemnete protsent on suurem. *P. bifolia* puhul ei olnud tegemist märgatava erinevusega.

Viljumisedukuse korral oli *P. bifolia* puhul majandamata kasvukohas kasvavate taimede viljumisedukus suurem kui majandatavates, kuid seos oli statistilise olulisuse piiri.

Taimede nähtavaloleku puhul tulid erinevused välja kupra kaalu puhul ja viljumisedukuse puhul. Seemnete kaalu puhul esines *P. bifolia* puhul piiripealse olulisusega tulemus, seemnete kaal oli suurem nähtaval olevatel taimedel. Populatsioonide vahel esineb loomulikke kõikumisi, samuti oleneb viljakus taimede elujõulisusest. Kupra kaalu korral esines oluline erinevus *P. chlorantha* puhul, kupra kaal oli suurem varjatud taimedel.

Embrüotega seemnete osakaalus ei esinenud taimede nähtavaloleku puhul olulist erinevust kummalgi liigil. Ka Teder (2017) on oma töös leidnud, et taimede nähtavus ei avaldanud seemnekvaliteedile mõju. Viljumisedukuses esines oluline erinevus vaid *P. bifolia* puhul. Taime viljumisedukus oli parem nähtaval olevatel taimedel. Sellises olukorras saavad tolmeldajad taimedele paremini ligi ning taim paistab neile ka paremini silma (Nilsson, 1978; 1983). Õisikud, mis paiknevad avaralt, on suurema viljumisega, kui need mis on ümbritseva taimestiku poolt varjatud, seda seetõttu, et tolmeldajad külastavad nähtavalolevaid taimi rohkem (Akhalkatsi & Wagner, 1995).

Tulemused võivad olla mõjutatud ka sellest, et milline oli antud aasta. Tegemist võis olla eelnevalt aastaga kui seemnete kvaliteet oli taimedel kehv, esines väike embrüote osakaal ning seetõttu ei olnud antud aasta taimed viljumisedukus kõige parem (Akhalkatsi & Wagner, 1995).

Saadud tulemused erinesid taimeliikide puhul ning seetõttu tuleb vaadelda neid liikide kaupa. *P. chlorantha* oli suurem embrüote osakaal majandamata kooslustes, kuid teised kvaliteedinäitajad mitte, vähemalt mitte käesolevas töös. *P. bifolia* taimede puhul ei selgunud majandamise kontekstis, kus suurem hulk seemneid toodetakse. *P. chlorantha* kupra kaalude puhul selgus, et varjatud taimedel on see suurem.

Võttes arvesse saadud tulemusi, tuleks *Platanthera* populatsioonide puhul tuleks teostada niitmisi ja karjatamist harvemalt, et tolmeldajatel sobivamad elutingimused oleks, lähtudes sellest, et *P. chlorantha* embrüote osakaal oli suurem majandamata populatsioonides, seda tõenäoliselt suurema tolmeldajate arvukuse tõttu. Samas on majandamine siiski vajalik, arvestades *P. bifolia* puhul nähtaval olevate taimede suuremat viljumisedukust.

KOKKUVÕTE

Antud töö eesmärk oli välja selgitada, kas ja kuidas erineb kahelelise ja roheka käokeele seemnekvaliteet ja viljumine majandatud ja majandamata populatsioonides. Vastavalt töö eesmärgile seati kaks hüpoteesi, mille kontrollimiseks tehti 2017. aastal välitöödelt kokku kogutud materjali analüüs. Kokku oli 17 populatsiooni, seitse neist olid ainult roheka käokeele ja seitse kahelehelise käokeele populatsiooni, lisaks kolm segapopulatsiooni. Kogutud kuparde põhjal analüüsiti seemnete kaalu, kupra kaalu, embrüotega seemnete osakaalu ja viljumisedukust mõlema liigi puhul. Analüüsis oli majandatud ja majandamata populatsioonid ning nähtaval olevad ja varjatud taimed.

Esimene hüpotees, mis sai püstitatud, oli, et seemnekvaliteet on kõrgem ja viljumine suurem majandatud populatsioonis. See sai ümber lükatud, kuna embrüotega seemnete osakaalu puhul tuli välja, et tegemist on olulise erinevusega vaid *P. chlorantha* puhul, kuid seda hoopis majandamata populatsiooni kasuks. Seemnete kaal, kupra kaal ja viljumisedukus ei erinenud majandatud ja majandamata populatsioonides.

Teine hüpotees, ümbritseva taimestiku poolt varjatud taimede seemnekvaliteet on madalam ja viljumisedukus väiksem kui nähtaval olevatel taimedel, sai osaliselt kinnitust ja osaliselt ümber lükatud. *P. chlorantha* puhul tuli välja, et kupra kaal oli suurem taimedel, mis kasvasid varjatult, mida aga *P. bifolia* puhul välja ei tulnud. *P. bifolia* puhul tuli välja, et viljumisedukus oli suurem nähtaval olevatel taimedel, nagu ka eeldatud sai. *P. chlorantha* puhul aga ei tulnud erinevust välja.

Saadud tulemused erinesid taimeliikide puhul ning seetõttu tuleb vaadelda neid liikide kaupa. *P. chlorantha* oli suurem embrüote osakaal majandamata kooslustes, kuid teised kvaliteedinäitajad mitte, vähemalt mitte käesolevas töös. *P. bifolia* taimede puhul ei selgunud majandamise kontekstis, kus suurem hulk seemneid toodetakse. *P. chlorantha* kupra kaalude puhul selgus, et varjatud taimedel on see suurem.

Võttes arvesse saadud tulemusi, tuleks *Platanthera* populatsioonide puhul tuleks teostada niitmisi ja karjatamist harvemalt, et tolmeldajatel sobivamad elutingimused oleks, lähtudes sellest, et *P. chlorantha* embrüote osakaal oli suurem majandamata populatsioonides, seda tõenäoliselt suurema tolmeldajate arvukuse tõttu. Samas on majandamine siiski vajalik, arvestades *P. bifolia* puhul nähtaval olevate taimede suuremat viljumisedukust. Lisaks saaks

ka täpsemalt uurida seemnekvaliteeti, teostades idanemiskatseid *Platanthera* majandatud ja majandamata populatsioonides.

KASUTATUD KIRJANDUS

- Aasta orhidee. (2018). Kasutamise kuupäev: 21. mai 2018. a., allikas Eesti orhideekaitse klubi: <http://www.orhidee.ee/index.php?id=7>
- Akhalkatsi, M., & Wagner, J. (1995). Reproductive phenology and seed development of *Gentianella caucasea* in different habitats in the Central Caucasus.
- Boberg, E. (2010). Evolution of Spur Length in a Moth-Pollinated Orchid. *Digital Comprehensive Summaries of Uppsala Dissertations from the Faculty of Science and Technology* 712. Uppsala.
- Darwin, C. R.** (1862). *On the various contrivances by which British and foreign orchids are fertilised by insects, and on the good effects of intercrossing*. London: John Murray.
- Darwin, C. R.** (1877). *The various contrivances by which orchids are fertilised by insects*. London: John Murray.
- Hapeman, J. R., & Inoue, K. (1997). Plant-pollinator interactions and floral radiation in *Platanthera* (Orchidaceae). (T. J. Givnish, & K. J. Sytsma, Toim-d) *Molecular Evolution and Adaptive Radiation*, 433–454.
- Johnson, S. D., Torninger, E., & Agren, J. (2009). Relationships between population size and pollen fates in a moth-pollinated orchid. *Biology letters: Population ecology*, 5, 282-285.
- Krall, H., Kukk, T., Kull, T., Kuusk, V., Leht, M., Oja, T., . . . Tuulik, T.** (2007). *Eesti taimede määraja*. Tartu: Eesti Loodusfoto.
- Kull, T., & Tuulik, T.** (2002). *Kodumaa käpalised*. Tallinn: Eesti Orhideekaitse Klubi.
- Kurbel, R., & Hirse, T.** (2017). *Eesti orhideede käsiraamat*. Tallinn: MTÜ Käoraamat.
- Kuusk, V.** (1984). Käpalised. (K. Eichwald, E. Kukk, V. Kuusk, E. Lellep, A. Mäemets, S. Talts, . . . L. Viljasoo, Toim-d) *Eesti NSV floora*, 9, lk 320-408.
- Littlewood, N. A. (2008). Grazing impacts on moth diversity and abundance on a Scottish upland estate. *Insect Conservation and Diversity*, 1, 151-160.
- Maad, J., & Alexandersson, R. (2004). Variable selection in *Platanthera bifolia* (Orchidaceae): phenotypic selection differed between sex functions in a drought year. *Journal of evolutionary biology*, 642-650.
- Metsare, M., Ilves, A., Haldna, M., Kull, T., & Tali, K. (2015). Four seed-quality measures in orchids with different pollination systems. *Acta Botanica Gallica: Botany Letters*, 162, 263-269.

- Nilsson, L. A. (1978). Pollination ecology and adaptation in *Platanthera chlorantha* (Orchidaceae).
- Nilsson, L. A. (1983). Processes of isolation and introgressive interplay between *platanthera bifolia* (L.) rich and *platanthera chlorantha* (custer) reichb. (orchidaceae). *Botanical Journal of the Linnean Society*.
- Pikner, T.** (2013). *Eesti orhideed*. Tallinn: Varrak.
- Pöyry, J., Lindgren, S., Salminen, J., & Kuussaari, M. (2004). Restoration of butterfly and moth communities in semi-natural grassland by cattle grazing. *Ecological Applications*, 14(6), 1656-1670.
- Schmeidt, O.** (1996). *Eestimaa Orhideed*. Tallinn: Varrak. Tsiteeritud 27. märts 2018. a.
- Stpiczyńska, M. (1997). The structure of nectary of *Platanthera bifolia* L. (Orchidaceae). *Acta Societatis Botanicorum Poloniae*(66), 5-11.
- Stpiczyńska, M. (2003). Floral Longevity and Nectar Secretion of *Platanthera chlorantha* (Custer) Rchb. (Orchidaceae). *Annals of Botany*, 92, 191-197.
- Sun, M., Schlüter, P. M., Gross, K., & Schiestl, F. P. (2015). Floral isolation is the major reproductive barrier between a pair of rewarding orchid sister species. *Journal of Evolutionary Biology*, 28, 117-129.
- Talvi, T., & Talvi, T. (2012). Poollooduslikud kooslused. Tallinn: Põllumajandusministeerium.
- Teder, K. (2017). *Eesti käokeelte seemne kvaliteedi analüüs erinevates kasvukohtades*. Bakalaureusetöö, Eesti Maaülikool, Botaanika osakond, Tartu.
- Wallace, L. E. (2003). The cost of inbreeding in *Platanthera Leucophaea* (Orchidaceae). *American Journal of Botany*, 90(2), 235-242.
- Vallius, E., Salonen, V., & Kull, T. (2008). Pollen flow and post-pollination barriers in two varieties of *Dactylorhiza incarnata* s.l. (Orchidaceae). *Plant Systematics and Evolution*, 274, 171-178.
- Warton, D. I., & Hui, F. K. (2011). The arcsine is asinine: the analysis of proportions in ecology. *Ecological Society of America*, 92, 3-10.

LISAD

Lisa 1. Orhideeseemnete kvaliteedi hindamise laboritöö

ORHIDEESEEMNETE KVALITEEDI HINDAMMINE				
POPULATSIOON	SEEMNETE KAAL (g)	KUPRA KAAL (g)	SEEMNEID (tk)	EMBRÜOTEGA (tk)
Kaagvere	204,160	204,170	224	107
Kaagvere	226,080	226,090	203	139
Kaagvere	47,637	47,647	211	101
Kaagvere	36,151	36,162	241	193
Kaagvere	48,625	48,627	216	118
Kaagvere	96,860	96,870	211	150
Kaagvere	197,600	167,600	205	200
Kaagvere	234,220	234,230	222	168
Kaagvere	108,260	108,270	230	125
Kaagvere	158,450	158,460	212	202
Kaagvere	96,540	96,540	242	193
Kaagvere	210,440	210,440	214	128
Kaagvere	94,540	94,550	235	229
Kaagvere	96,560	96,570	219	144
Kaagvere	95,320	95,340	226	206
Karala	36,769	36,778	211	110
Karala	95,800	95,820	232	68
Karala	98,940	98,950	214	193
Karala	24,615	24,637	213	120
Karala	47,648	47,657	221	109
Karala	131,160	131,170	220	142
Karala	99,110	99,120	244	230
Karala	90,990	91,000	216	136
Karala	97,230	97,240	223	102
Karala	200,810	200,820	220	135
Karala	102,780	102,790	230	102
Karala	95,400	95,400	233	115
Karala	93,360	93,370	221	75
Karala	153,070	153,080	230	163
Karala	49,123	49,133	207	185
Karala	44,459	44,464	213	119
Karala	98,060	98,060	205	142
Karala	95,370	95,380	230	86
Karala	93,850	93,850	217	126
Karala	106,080	106,090	237	193

Lisa 1. järg

Karala	113,450	113,460	207	154
Kotka	98,970	98,980	201	173
Kotka	86,800	86,810	228	179
Kotka	203,890	203,900	212	156
Kotka	111,610	111,620	209	179
Kotka	177,420	177,430	240	162
Kotka	96,270	96,290	211	139
Kotka	95,150	95,160	246	154
Kotka	104,300	104,310	221	159
Kotka	93,360	93,370	217	150
Kotka	92,270	92,280	213	140
Kotka	90,990	91,000	214	185
Kotka	96,010	96,020	203	166
Kotka	129,520	129,530	233	149
Kotka	131,820	131,830	220	198
Kotka	130,460	130,460	231	163
Küünimetsa	95,340	95,350	242	111
Küünimetsa	93,600	93,600	219	115
Küünimetsa	106,080	106,110	249	232
Küünimetsa	92,240	92,260	218	148
Küünimetsa	215,320	215,340	220	205
Küünimetsa	159,260	159,270	236	175
Küünimetsa	113,440	113,460	223	154
Küünimetsa	203,260	203,270	226	217
Küünimetsa	218,410	218,430	215	210
Küünimetsa	214,670	214,670	237	118
Küünimetsa	149,850	149,860	223	88
Küünimetsa	210,510	210,540	209	198
Küünimetsa	211,090	211,120	215	193
Küünimetsa	220,580	220,610	222	149
Küünimetsa	163,740	163,750	209	149
Loode-Tammiku	48,631	48,648	210	100
Loode-Tammiku	96,880	96,890	220	201
Loode-Tammiku	35,253	35,259	209	90
Loode-Tammiku	36,770	36,779	215	182
Loode-Tammiku	47,980	47,994	247	148
Loode-Tammiku	40,139	40,154	237	202
Nihatu	47,985	47,994	225	195
Nihatu	44,460	44,461	232	217
Nihatu	93,240	93,250	210	178
Nihatu	94,670	94,680	201	81
Nihatu	127,550	127,560	219	115

Lisa 1. järg

Nihatu	130,320	130,330	200	141
Nihatu	114,070	114,080	218	54
Nihatu	133,620	133,620	212	66
Nihatu	133,300	133,310	210	126
Nihatu	127,550	127,560	211	175
Nihatu	130,910	130,920	225	215
Nihatu	128,580	128,590	216	137
Nihatu	127,040	127,050	229	97
Nihatu	87,940	87,940	214	143
Nihatu	96,730	96,740	224	183
Nihatu	145,530	145,540	220	103
Nihatu	93,390	93,400	215	194
Nihatu	97,800	97,810	210	123
Nihatu	86,710	86,720	221	197
Nihatu	158,460	158,470	245	235
Nihatu	175,070	175,090	206	124
Nihatu	94,840	94,840	220	204
Nihatu	220,030	220,030	239	222
Nihatu	133,120	133,130	224	206
Nihatu	93,370	93,370	216	203
Nihatu	94,750	94,760	202	74
Nihatu	93,380	93,380	216	182
Nihatu	96,110	96,120	218	185
Nihatu	23,740	23,749	216	174
Nihatu	152,870	152,880	228	121
Nihatu	139,400	139,410	212	178
Nihatu	95,460	95,470	237	223
Nihatu	97,170	97,170	232	159
Nihatu	92,240	92,240	235	220
Nihatu	149,860	149,870	210	185
Nihatu	156,750	156,760	222	183
Parika	97,830	97,840	218	187
Parika	218,630	21,630	211	141
Parika	175,070	175,080	222	186
Parika	114,060	114,070	203	176
Parika	128,570	128,580	201	134
Parika	94,670	94,680	211	149
Parika	95,930	95,940	232	163
Parika	94,960	94,980	201	173
Parika	95,950	95,960	211	152
Parika	98,410	98,410	203	190
Parika	129,920	129,930	209	185

Lisa 1. järg

Parika	131,150	131,150	218	88
Parika	127,550	127,560	200	154
Parika	132,640	132,650	236	146
Parika	132,770	132,780	249	192
Peedu	160,230	160,250	221	216
Peedu	103,050	103,060	221	148
Peedu	98,210	98,220	223	115
Peedu	93,190	93,200	223	131
Peedu	91,150	91,160	215	180
Peedu	95,880	95,890	223	140
Peedu	95,470	95,480	232	137
Peedu	155,120	155,130	233	157
Peedu	95,590	95,600	207	152
Peedu	95,370	95,390	240	182
Peedu	91,400	91,420	232	200
Peedu	105,600	105,610	217	144
Peedu	39,483	39,494	218	199
Peedu	92,700	92,720	223	167
Peedu	96,210	96,220	246	76
Piirumi	31,117	31,119	226	168
Piirumi	41,178	41,181	205	97
Piirumi	97,790	97,800	220	124
Piirumi	173,700	173,720	229	104
Piirumi	172,840	172,860	213	168
Piirumi	90,440	90,450	209	166
Pilguse	40,148	40,152	229	170
Pilguse	128,690	128,700	217	153
Pilguse	129,510	129,510	250	31
Pilguse	131,390	131,390	241	53
Pilguse	147,460	147,470	218	115
Pilguse	95,500	95,510	204	186
Pilguse	94,270	94,290	221	208
Pilguse	93,850	93,860	220	134
Pilguse	95,940	95,950	225	124
Pilguse	93,010	93,030	233	169
Pilguse	129,880	129,900	201	152
Pilguse	126,050	126,050	222	121
Pilguse	127,630	127,640	212	189
Pilguse	127,270	127,280	230	74
Pilguse	127,960	127,980	215	116
Pärsama	96,570	96,570	250	70
Pärsama	86,190	86,200	240	202

Lisa 1. järg

Pärsama	94,760	94,770	220	81
Pärsama	95,320	95,330	201	61
Pärsama	108,270	108,280	235	225
Pärsama	86,810	86,810	212	70
Pärsama	101,760	101,770	203	90
Pärsama	130,920	130,930	215	204
Pärsama	131,820	131,830	240	160
Pärsama	132,630	132,640	230	143
Pärsama	129,920	129,940	225	173
Pärsama	132,780	132,790	212	123
Pärsama	129,220	129,240	201	112
Pärsama	130,010	130,020	231	153
Pärsama	130,460	130,470	228	183
Pärsama	129,520	129,530	214	190
Pärsama	129,920	129,930	220	194
Pärsama	111,340	111,350	214	186
Pärsama	93,370	93,370	228	153
Pärsama	224,950	224,960	234	203
Pärsama	226,400	226,410	231	225
Pärsama	47,979	47,985	203	138
Pärsama	35,259	35,271	230	170
Pärsama	41,409	41,410	245	92
Pärsama	220,020	220,020	227	165
Pärsama	95,950	95,950	236	175
Pärsama	95,500	95,510	216	142
Pärsama	97,790	97,800	217	131
Pärsama	95,110	95,120	217	191
Pärsama	94,720	94,730	226	149
Pärsama	97,830	97,840	201	166
Rannametsa	167,360	167,370	208	160
Rannametsa	36,004	36,013	239	155
Rannametsa	24,617	24,628	236	204
Rannametsa	23,742	23,759	241	165
Rannametsa	36,294	36,305	230	212
Rannametsa	153,070	153,090	239	179
Rannametsa	145,520	145,530	210	188
Rannametsa	95,460	95,460	235	137
Rannametsa	101,750	101,760	209	166
Rannametsa	93,380	93,390	224	177
Rannametsa	139,390	139,400	228	182
Rannametsa	152,870	152,870	230	95
Rannametsa	94,760	94,770	231	86

Lisa 1. järg

Rannametsa	96,110	96,120	218	213
Rannametsa	93,360	93,380	210	164
Ratla	24,492	24,500	216	76
Ratla	108,660	108,670	219	103
Ratla	94,540	94,540	230	39
Ratla	97,230	97,250	220	87
Ratla	96,540	96,550	221	66
Ratla	234,230	234,260	220	155
Ratla	210,440	210,450	215	109
Ratla	161,850	161,860	209	159
Ratla	211,520	211,530	203	56
Ratla	209,000	209,010	210	195
Ratla	208,690	208,710	230	197
Ratla	126,190	126,210	223	143
Ratla	130,000	130,010	238	52
Ratla	129,910	129,920	228	71
Ratla	128,690	128,710	246	185
Ratla	131,380	131,380	232	192
Ratla	120,400	120,420	221	96
Ratla	51,537	51,545	212	170
Ratla	147,450	147,460	200	77
Ratla	220,580	220,580	210	151
Ratla	215,310	215,330	210	166
Ratla	218,420	218,430	202	190
Ratla	216,550	216,570	212	165
Ratla	200,790	200,800	202	186
Ratla	130,270	130,270	217	104
Ratla	127,970	127,970	206	179
Ratla	126,050	126,050	222	76
Ratla	130,330	130,340	200	137
Ratla	129,880	129,900	205	196
Ratla	127,280	127,290	217	175
Ridasi	49,117	49,118	232	114
Ridasi	51,538	51,547	216	143
Ridasi	93,370	93,370	214	97
Ridasi	92,570	92,590	242	129
Ridasi	132,640	132,650	205	167
Ridasi	93,590	93,600	233	162
Ridasi	95,650	95,660	227	119
Ridasi	95,340	95,350	239	139
Tutku	98,060	98,060	210	73
Tutku	105,410	105,420	220	86

Lisa 1. järg

Tutku	98,170	98,180	222	123
Tutku	221,130	221,140	210	175
Tutku	216,550	216,560	227	221
Tutku	216,920	216,930	228	168
Tutku	95,380	95,380	223	145
Tutku	96,280	96,290	230	183
Tutku	218,640	218,650	216	54
Tutku	128,680	128,690	213	88
Tutku	136,180	136,190	230	150
Tutku	35,261	35,267	209	143
Tutku	154,360	154,380	221	209
Tutku	132,150	132,160	212	197
Tutku	130,270	130,280	240	178
Tutku	129,390	129,410	206	184
Vorbuse	50,320	50,336	250	60
Vorbuse	94,140	94,150	210	96
Vorbuse	97,210	97,220	232	122
Vorbuse	98,000	98,010	232	124
Vorbuse	98,970	98,980	210	153
Vorbuse	203,890	203,910	224	162
Vorbuse	207,210	207,230	205	105
Vorbuse	211,140	211,150	217	142
Vorbuse	96,000	96,000	210	109
Vorbuse	96,100	96,110	229	128
Vorbuse	95,950	95,960	226	177
Väike-Prahila	130,350	130,350	248	165
Väike-Prahila	41,410	41,415	223	129
Väike-Prahila	36,145	36,150	210	51
Väike-Prahila	128,460	128,470	206	173
Väike-Prahila	95,380	95,380	219	74
Väike-Prahila	94,730	94,730	210	71
Väike-Prahila	96,390	96,390	225	134
Väike-Prahila	95,120	95,120	230	190
Väike-Prahila	97,830	97,830	214	90
Väike-Prahila	90,030	90,040	208	77
Väike-Prahila	110,730	110,730	229	200
Väike-Prahila	127,030	127,050	241	210
Väike-Prahila	128,670	128,690	216	149
Väike-Prahila	136,180	136,190	205	202
Väike-Prahila	129,220	129,240	210	184

Lihtlitsents lõputöö salvestamiseks ja üldsusele kättesaadavaks tegemiseks ning juhendaja(te) kinnitus lõputöö kaitsmisele lubamise kohta

Mina, _____ Jaana Leis _____,
(*autori nimi*)

sünniaeg __ 28.05.1996 __,

1. annan Eesti Maaülikoolile tasuta loa (lihtlitsentsi) enda koostatud lõputöö
__ Käokeeelte seemne kvaliteedi ja viljumisedukuse analüüs majandatud ja majandamata __
_____ populatsioonides _____,
(*lõputöö pealkiri*)

mille juhendaja(d) on _____ Marilin Mõtlep _____,
(*juhendaja(te) nimi*)

1.1. salvestamiseks säilitamise eesmärgil,
1.2. digiarhiivi DSpace lisamiseks ja
1.3. veebikeskkonnas üldsusele kättesaadavaks tegemiseks kuni autoriõiguse kehtivuse
tähtaja lõppemiseni;

2. olen teadlik, et punktis 1 nimetatud õigused jäävad alles ka autorile;

3. kinnitan, et lihtlitsentsi andmisega ei rikuta teiste isikute intellektuaalomandi ega
isikuandmete kaitse seadusest tulenevaid õigusi.

Lõputöö autor _____
(*allkiri*)

Tartu, _____
(*kuupäev*)

Juhendaja(te) kinnitus lõputöö kaitsmisele lubamise kohta

Luban lõputöö kaitsmisele.

(*juhendaja nimi ja allkiri*)

(*kuupäev*)

(*juhendaja nimi ja allkiri*)

(*kuupäev*)